

⑤Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 昭和62年(1987)10月19日

B 32 B 13/02

2121-4F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭発明の名称 繊維補強軽量セメント硬化体

⑮特 願 昭61-83338

⑯出 願 昭61(1986)4月10日

⑰発明者 小 菅 詔 雄 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内
⑱発明者 金 城 庸 夫 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内
⑲出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
⑳代 理 人 弁理士 今岡 良夫

明 細 書

1. 発明の名称

繊維補強軽量セメント硬化体

2. 特許請求の範囲

(1) 軽量骨材とセメントモルタルと合成樹脂エマルジョンとからなる芯材の上面およびまたは下面に長繊維の炭素繊維およびまたはアラミド繊維を含むシートと合成樹脂エマルジョンを添加したセメントモルタルからなる表層材を接着せしめた繊維補強軽量セメント硬化体。

(2) 芯材および表層材に含まれる合成樹脂エマルジョンが互いに極性の異なる合成樹脂エマルジョンである特許請求の範囲第1項記載の繊維補強軽量セメント硬化体。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明は、軽量かつ高強度のセメント硬化体に関するものである。

「従来の技術」

セメント硬化物のような脆性材料を繊維で補強

しようとする試みはかなり昔からあり、最近では炭素繊維やアラミド繊維の利用が検討されている。

炭素繊維で補強したセメント硬化体として文献

〔秋浜：日本複合材料学会誌10,4,(1984),145〕

に開示されている如く、セメントモルタルと混和剤とからなるセメントマトリックス中にミキサーを用いて短繊維の炭素繊維を混練し同繊維を三次元ランダムに配合させたのちこれを成形硬化して製造したものがあつた。このような硬化体は、混入した繊維が短繊維でありかつランダムに配合しているため力学的な補強効果が小さい。この欠点を改善したものとして炭素繊維をシート状のペーパー又はマットにして利用したものがあるが、セメントマトリックスがペーパーやマットの中に充分含浸せず空洞ができてしまい期待した程の補強効果が得られなかった。更にセメント硬化体を軽量化するためにセメントモルタル中へ軽量骨材を混入することが行われているが、この場合にはセメントモルタルの粘度が上昇するため一層前記含浸が困難になり補強効果が上らなかった。この欠点

を改善したものとして例えば特開昭57-133013号公報に開示されている如く、芯材の上面及び下面に補強繊維の入ったセメントモルタル層を形成しこの全体を加圧成形してセメント硬化体を作るようにしたものがある。

「発明が解決しようとする問題点」

前記特開昭57-133013号公報に開示された方法で得られるセメント硬化体は従来のものにくらべ軽量かつ高強度の点で多少の効果はあるが、曲げ強度が低く、かつ曲げ強度試験を実施した時に芯材と補強層の間で層間剝離を生ずるという問題がある。

「問題点を解決するための手段」

発明は、かくの如き従来のセメント硬化体の問題点を解決すべくしたものである。

すなわち、本発明は、第1図に示す如く軽量骨材とセメントモルタルと合成樹脂エマルジョンとからなる芯材1の上面およびまたは下面に長繊維の炭素繊維およびまたはアラミド繊維を含むシートと合成樹脂エマルジョンを添加したセメントモ

ルタルの上に長さ30mm以下の化学繊維とバインダー繊維を固着してなるものである。

前記シートに用いる炭素繊維は、引張強度が 100 kg/mm^2 以上であって連続した繊維の形態をとっていればよく、PAN系、ビッチ系その他いづれでも用いることができる。引張強度が 100 kg/mm^2 未満の炭素繊維は、補強材としての効果が低いため、多数用いなくてはならず、シート製造時に連続した繊維を配列する手数がかかりシートの製造コストを上げる要因となるので好ましくない。また、連続した繊維の形態とは、前記シートの長繊維配列方向についてシート的一端から他端までの間において繊維が分断されていなければよいのである。その点でPAN系のストランドのような連続繊維は利用し易い。

繊維の径は $20\mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $20\mu\text{m}$ を超えるものは、繊維自体の柔軟性がなくなるために、これを用いて作ったシートを取扱う際に、繊維の折損が生じやすくなる。

前記シートに用いるアラミド繊維は、前記炭素

モルタルからなる表層材2を接着せしめた繊維補強軽量セメント硬化体を提供するものである。

以下に本発明について更に詳細に説明する。

本発明に用いる軽量骨材は、例えば微細中空ガラス球であるシラスバルーンやバーライト等のような無機質中空体あるいは発泡スチロール等のような有機質中空体が用いられる。

本発明に用いる芯材は、前記軽量骨材にセメントと水と後述する水性合成樹脂エマルジョンを配合したセメントモルタルを加え十分に混練したもので、これらの混合比は特に定めないが軽量骨材(S)とセメント(C)の混合比(容量)S/Cは0.1乃至1の範囲、水(W)とセメント(C)の混合比(容量)W/Cは0.2乃至1の範囲、水性合成樹脂エマルジョン(E)とセメント(C)の混合比(容量)E/Cは0.1乃至0.6の範囲にそれぞれあることが好ましい。

本発明に用いるシートは、集束なしの状態で一方向に配列した引張強度が 100 kg/mm^2 以上の連続した長繊維の炭素繊維およびまたはアラミド繊

維と同等の物性のものであり例えば芳香族ポリアミドから作られる米国デュボン社のケブラー(登録商標)が用いられる。

前記シートに用いる前記長繊維は各フィラメントが単独に容易に分離できる形態であることが必要である。集束化した繊維を用いた場合はセメントモルタルの含浸性が良くないので、集束剤を除く去して繊維を開繊化する工程が必要となる。すなわち、前記シートを用いて繊維補強セメント硬化体を作る際、前記シートをセメントモルタルペーストに含ませるのであるが、セメントモルタルのようにセメント粒子と細骨材を水で分散させたものは繊維の径に比べて粒径が比較的大きな材料を含んでいるため繊維間の隙間がある程度大きくないとモルタルの構成成分が分離し極めて強度の低いセメント硬化体となりその結果強度試験において繊維の引き抜けを生じ補強効果の大きなセメント硬化体が製造できないのである。

前記シートに用いる長繊維は、一方向または縦横の二方向に所望の間隔をあけて配列したものあ

るいは布状に織ったものが用いられる。ただし布状に織ったものは繊維間の間隔を少なくとも 0.5 mm 以上とすることが必要である。

前記シートに用いる長さ 30 mm 以下の化学繊維としては、前記炭素繊維及びアラミド繊維のほかビニロン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリエチレン繊維、アクリル繊維等をあげることができる。また、前記短繊維の長さは 30 mm 以下で 2 乃至 20 mm が好ましい。30 mm 以上の繊維は、水中での均一な分散が不可能なため出来上がったシート内において短繊維の密度の不均一な部分ができセメントモルタルの含浸がむらになって均質なセメント硬化体が作れないのである。なお、前記短繊維の使用量は特に定めないがシートの膜厚に関係するのでセメント補強用の場合にはシートの目付量で 10 乃至 100 g/m² 程度が良い。短繊維は、シート内で長繊維が移動しないよう固定する働きと、セメント硬化体に用いた時に長繊維の配列直角方向における硬化体のクラックを防止する働きをもつものと考えられる。

シートの中へ浸透し難くなることと気泡を巻きこみ易くするため補強効果を減退させるので好ましくない。

つぎに前記シートの製造プロセスについて詳述する。

まず、例えば第 2 図に示すような抄紙試験装置を用意し、この金網の上に金網の長さよりも長い連続した長繊維の炭素繊維およびまたはアラミド繊維を開織した状態で一方向に配列させる。つぎに、長さ 30 mm 以下の化学繊維とこれと同程度かこれより短か目の長さのバインダー繊維とをミキサー等の分散機を用いて均一になるまで水に分散させる。つぎにこれを前記抄紙試験装置の上部槽に入れたのち減圧弁を操作して吸引ろ過し水を下部槽に移す。この時金網上には、配列された長繊維の上部に長さ 30 mm 以下の化学繊維とバインダー繊維が二次元ランダムに配向した層が形成される。続いて金網上に形成された前記形成物をはがし余分な水分を除去し乾燥してシートとする。乾燥方法としては室温で放置してもよいが、紙乾燥機等

前記シートに用いるバインダー繊維としては、前記長繊維や短繊維の各々を接着してシート自体の強度を上げることによりシート製造時やハンドレイアップ作業時の作業性を向上させる働きをするもので、加熱及び乾燥によって接着力を発揮する例えばビニロン系の VPB (鶴クラレ製) やポリエチレン系の SWP (三井石油化学工業製) が用いられる。繊維の長さは前記短繊維と同程度かこれより短か目でもよく、使用量は短繊維の 1/100 乃至 1/5 でよい。1/100 以下では繊維と繊維の間の接着力が低いので、シートを取扱う際に破損しやすくなる。また、1/5 以上では、シートの柔軟性の不足やセメントモルタルと補強繊維の間の接着力を低下させるので、積層体の強度が大幅に低下する。

なお、前記シートに用いる長繊維と短繊維の合計量は特に定めないがシートとしての厚みが 0.1 乃至 2 mm の範囲に入るように各繊維の量を決めるのがよい。シートの厚みが 0.1 mm 以下ではシートが破損し易く、2 mm 以上ではセメントモルタルが

を用いて強制乾燥させた方がバインダー繊維の接着力が強化されシート自体の引張強度が大きくなるので好ましい。

上記の如くして得られるセメント補強用シートを用いたセメント硬化体は、硬化体に対する長繊維の含有量が 1 容量 % 以下において長繊維配列平行方向の強度が 100 kg/cm² 前後の高強度のもので、長繊維を用いないシートおよび集束したままの長繊維を用いたシートを使ったセメント硬化体にくらべ長繊維配列直角方向の強度を保った上、配列平行方向の強度を約 2 倍に向上した。また、シートにしないで長繊維を直接セメントモルタルに含ませたセメント硬化体にくらべ配列平行方向の強度を保った上配列直角方向の強度を大巾に向上できることがわかった。

本発明に用いる表層材は、前記シートに、所定量のセメントと水と後述する水性合成樹脂エマルジョンを配合したセメントモルタルを含浸させたものである。

本発明に用いる水性合成樹脂エマルジョンとし

ては、アクリル系エマルジョン、エチレン-酢酸ビニル系エマルジョン、スチレン-ブタジエン系ラテックス、アクリロニトリル-ブタジエン系ラテックス、メチルメタクリレート-ブタジエン系ラテックス等が用いられる。本発明においては芯材と表層材との界面における接着力を強くすることが重要であり、芯材と表層材とが互いに反対の極性のものを用いることによって接着効果が向上し、その結果、得られるセメント硬化体の曲げ強度を増大できることを見いだしたのである。すなわち、芯材に用いるセメントモルタルにアニオン性の合成樹脂エマルジョンを含有させた場合は表層材に用いるセメントモルタルにはカチオン性の合成樹脂エマルジョンを含有させたものを用いればよく、逆に芯材にカチオン性合成樹脂エマルジョンを用いた場合は表層材にアニオン性合成樹脂エマルジョンを用いて差支えない。これに対して芯材と表層材に同じ極性の合成樹脂エマルジョンを用いた場合には得られるセメント硬化体の曲げ強度の向上が若干低くなる。なお、合成樹脂エマ

ルジョンに極性を付与させるには例えば各種のモノマーを共重合させればよい。アクリル酸、メタクリル酸、無水マレイン酸等カルボキシル基を有するモノマーからは極性としてアニオン性の合成樹脂エマルジョンができ、ビニルピリジン、ジメチルアミノエチルメタクリレート等アミノ基を有するモノマーからはカチオン性の合成樹脂エマルジョンができる。

前記シートに含浸させるセメントモルタルは、芯材に用いるものよりも含浸性を高くする必要があるので比較的大きな骨材例えば軽量骨材を含有させないようにして低粘度に調整したものを用いるのが良い。

本発明の繊維補強軽量セメント硬化体は、たとえばつぎのようにして製造することができる。先ず、所望の深さを有する型枠を用意しその底部に前記シートを敷き、前記表層材用のセメントモルタルをスプレー法やこて塗り法等によって前記シートの上に一定の厚みに被覆する。その直後に、別途調整しておいた前記芯材を所望の厚みに充填

する。この芯材は加圧プレスや押出機を用いて製造したものでモルタルが未硬化状態にあるものを積層して用いてもよい。つぎに、前記シートと表層材用セメントモルタルを用いて、前記芯材の上に表層材を形成する。続いて前記型枠内物を型枠に入ったまま振動機にかけモルタル内の気泡を除去したのち、硬化させ、養生すれば所望のセメント硬化体を得られる。

「実施例」

つぎに実施例および比較例によって発明をさらに具体的に説明する。

実施例 1

芯材としてシラスパルーン60重量部と早強ポルトランドセメント100重量部と水50重量部とアニオン性アクリル系エマルジョン(大日本インキ化学工業製ボンコート4001)20重量部とをセメントミキサーで混練したものを用い、つぎに表層材用シートを下記によって作った。すなわち長繊維としてPAN系炭素繊維(東邦ベスロン製HTAで引張強度 $360\text{ kg}/\text{mm}^2$ 、繊維径 $7\text{ }\mu\text{m}$ のもの)を

6000本集束したものを用い、これを水中で開繊し $50\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ の金網を有する抄紙試験機(金網上にその長手方向に12000本配列し、つぎにビッチ系炭素繊維(呉羽化学製C-110Tで引張強度 $60\text{ kg}/\text{mm}^2$ 、繊維径 $18\text{ }\mu\text{m}$ のもの)で長さ 10 mm のチップ2gと熱水可溶性のビニロン系繊維(備ケラレ製VPB105)で長さ 5 mm のチップ 0.1 g を20gの水にミキサーを用いて分散させたものを上部槽に入れたのち減圧弁を操作して吸引ろ過したのち金網上の形成物を剥離し乾燥してシートとした。つぎに長さ 50 cm 、幅 10 cm の前記シートを $50\text{ cm}\times 10\text{ cm}\times 1\text{ cm}$ の型枠の底部に敷き、早強ポルトランドセメント100重量部と水40重量部とカチオン性アクリル系エマルジョン(大日本インキ化学工業製ボンコートSPC55)20重量部とを混練したセメントモルタルをシートの上から注入し、こてを用いてモルタルを充分シートに含浸させた。つぎにこの表層材の上へ前記芯材を注入し、さらにこの芯材の上へ前記シートと同じシートを置き、このシートの上から前記表層材用モルタルと同じモル

タルを注入した。この積層体を振動周波数50乃至100Hzの振動機で3分間加振したのち空气中で24時間放置し、脱型し、7日間空气中で養生した。材料試験機でこの硬化体の長繊維配向方向の曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。なお、前記脱型時の硬化体の厚みは10mmで最下層が1mm、中間層が7mm、最上層が2mmであった。

実施例2

長繊維として集束してないアラミド繊維(デュボン社製ケブラー49で引張強度 280 kg/mm^2 、繊維径 $12 \mu\text{m}$ のもの)を用いた以外は実施例1と同じ材料、装置、条件で硬化体を作りその曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。

実施例3

化学繊維としてコンクリート補強用ビニロン繊維(クラレ製RKN182)で長さ6mmのチョップを用いたことと、カチオン性アクリル系エマルジョンを芯材用モルタルに用い、アニオン性アクリル系エマルジョンを表層材用モルタルに30重量部用いた以外は実施例1と同じ材料、装置、条件で硬

化体を作りその曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。長繊維は使用せず、比較例1のビッチ系炭素繊維で長さ10mmのチョップ3gと熱水可溶性のビニロン系繊維(クラレ製VPB105)で長さ5mmのチョップ0.1gを20ℓの水にミキサーを用いて分散させ、実施例1と同じ装置、同じ条件で作ったシートを用いた以外は実施例1と同じ材料、装置を用いたが、実施例1に示すセメントモルタル中に合成樹脂エマルジョン(アニオン性アクリルエマルジョンとカチオン性アクリルエマルジョン)を全く含まずに用い、硬化体を作り、その曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。

第1表より実施例はいづれも比較例にくらべて嵩比重が同等で、かつ曲げ強度が2倍以上高いことがわかった。

化体を作りその曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。

実施例4

実施例1に示すビッチ系炭素繊維のチョップ1gと熱水可溶性のビニロン系繊維の長さ5mmのチョップ0.1gを用いる以外に実施例2に示すアラミド繊維のチョップ(長さ6mm)1.5gを用い、実施例1と同じ材料、装置、条件で硬化体を作りその曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。

比較例1

長繊維は使用せず、ビッチ系炭素繊維(呉羽化学製C-110Tで引張強度 60 kg/mm^2 、繊維径 $18 \mu\text{m}$ のもの)で長さ10mmのチョップ3gと熱水可溶性のビニロン系繊維(クラレ製VPB105)で長さ5mmのチョップ0.1gを20ℓの水にミキサーを用いて分散させ実施例1と同じ装置、同じ条件で作ったシートを用いた以外は実施例1と同じ材料、装置、条件で硬化体を作りその曲げ強度を測定した結果は第1表のとおりであった。

比較例2

第1表

| | 実 施 例 | | | | 比 較 例 | |
|--|-------|-----|-----|-----|-------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 嵩 比 重 ($25^\circ\text{C}/25^\circ\text{C}$) | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| 曲 げ 強 度 (kg/cm^2) | 223 | 230 | 215 | 233 | 98 | 67 |
| 縦断面の 状 態 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × |

(注) ○印…層間の剥離なし ×印…剥離あり

「発明の効果」

以上のべた如く、本発明の繊維補強軽量セメント硬化体は、各層間の密着性が向上したことと、一次元配向した長繊維のシートを用いたことによって曲げ強度が大幅に向上し、高価な繊維使用量の低減がはかれた。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る繊維補強軽量セメント硬化体の一部拡大側断面図、第2図は本発明に用いたシートに係る抄紙試験装置の斜視図である。

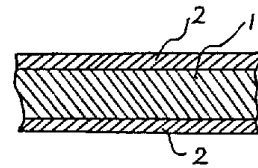
1…芯材

- 2 … 表 層 材
- 3 … 金 網
- 4 … 上 部 槽
- 5 … 下 部 槽
- 6 … 減 圧 弁

第 1 図

出願人 川崎製鉄株式会社

代理人 弁理士 今岡良夫



第 2 図

